



# ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ

---

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.2

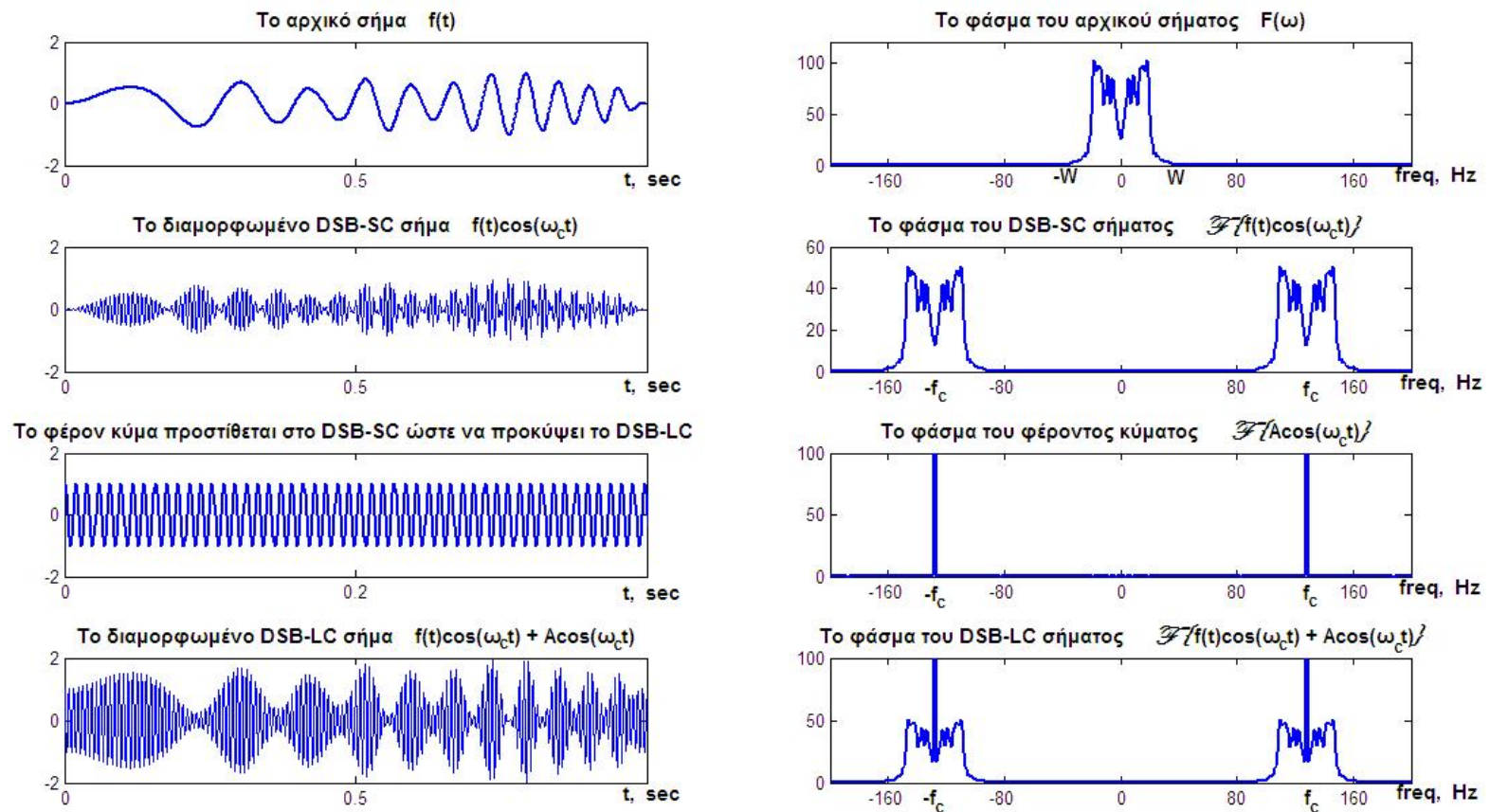
### ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΠΛΑΤΟΥΣ ΑΜ DSB-LC (DOUBLE SIDEBAND-LARGE CARRIER)

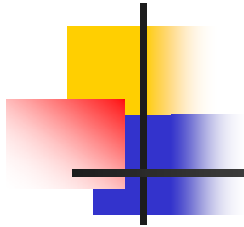


## Διαμόρφωση AM DSB-LC (Large Carrier)

- Ένα σημαντικό πρόβλημα της DSB-SC διαμόρφωσης είναι το ότι απαιτούνται πολύπλοκα κυκλώματα στον απομακρυσμένο δέκτη για να διατηρούν τον συγχρονισμό φάσης. Για να ξεπεραστεί το πρόβλημα αυτό, κάνουμε χρήση μίας λιγότερο αποδοτικής μετάδοσης. Η πληροφορία του φέροντος εισάγεται στο μεταδιδόμενο σήμα, προσθέτοντας ένα ποσοστό φέροντος με πλάτος μεγαλύτερο από οποιοδήποτε τμήμα πλάτους του σήματος.
- Ο τύπος αυτός διαμόρφωσης ονομάζεται, Διπλής Πλευρικής Ισχυρού Φέροντος, DSB-LC ( Double Sideband Large Carrier), ή απλώς Διαμόρφωση Πλάτους AM (Amplitude Modulation). Είναι η μέθοδος που χρησιμοποιείται από τους ραδιοφωνικούς σταθμούς με διαμόρφωση AM.
- Δημιουργείται πρόβλημα στην απόκριση συχνότητας στο συνεχές (dc), δηλαδή στην  $\omega=0$ . Στο διαμορφωμένο φάσμα, η συχνότητα αυτή εμφανίζεται στην  $\omega_c$ , όπου υπάρχει και το φέρον.

## Εικόνα 2.2.1: Παράδειγμα Διαμόρφωσης AM DSB-LC ( $A=1$ )





- Στο πεδίο του χρόνου, το DSB-LC σήμα δίδεται από την

$$\phi_{AM}(t) = f(t) \cos \omega_c t + A \cos \omega_c t$$

- Η φασματική πυκνότητα του  $\phi_{AM}(t)$  είναι

$$\Phi_{AM}(\omega) = \frac{1}{2} F(\omega + \omega_c) + \frac{1}{2} F(\omega - \omega_c) + \pi A \delta(\omega + \omega_c) + \pi A \delta(\omega - \omega_c)$$

Δηλαδή ίδια με την DSB-SC αλλά με την προσθήκη δύο κρουστικών συναρτήσεων στην  $\pm \omega_c$ , όπως φαίνεται στην **Εικ. 2.2.1**

- 
- Το διαμορφωμένο κατά AM-LC σήμα μπορεί επίσης να γραφεί και ως

$$\phi_{AM}(t) = [A + f(t)] \cos \omega_c t$$

- Εάν το  $A$  είναι αρκετά μεγάλο, η περιβάλλουσα (envelope) της διαμορφωμένης κυματομορφής θα είναι ανάλογη του  $f(t)$ . Για την αποδιαμόρφωση χρειάζεται μόνο η ανίχνευση της περιβάλλουσας, χωρίς καμία εξάρτηση από την φάση του φέροντος.
- Πρέπει για κάθε χρονική στιγμή,  $A \geq |\min\{f(t)\}|$  ή  $[A + f(t)] \geq 0$   
Εάν δεν ισχύει η παραπάνω σχέση, η περιβάλλουσα δεν είναι ανάλογη του  $f(t)$ .
- Επίσης, η απόκριση στο συνεχές (dc) του σήματος  $f(t)$  έχει χαθεί στην αποδιαμόρφωση ως αποτέλεσμα της πρόσθεσης φέροντος.



## Δείκτης Διαμόρφωσης m

- Στη συνέχεια εξετάζεται η περίπτωση όπου το σήμα διαμόρφωσης είναι ένα απλό συνημιτονικό σήμα μίας συχνότητας π.χ.  $\cos(\omega_m \cdot t)$  . Επειδή σε ένα πραγματικό σήμα τα σχετικά πλάτη των πλευρικών και του φέροντος είναι μεταβλητά με το χρόνο, ορίζουμε ένα χωρίς διαστάσεις παράγοντα m ως

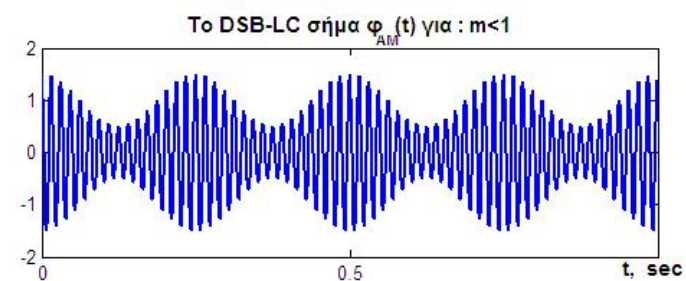
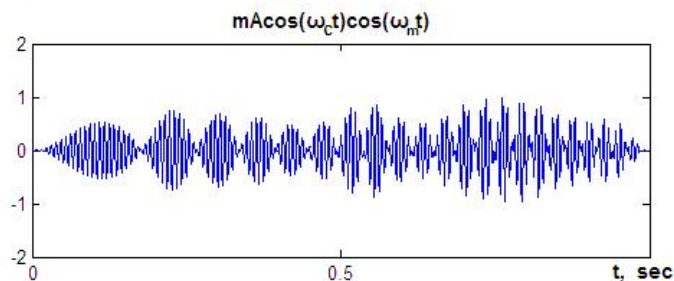
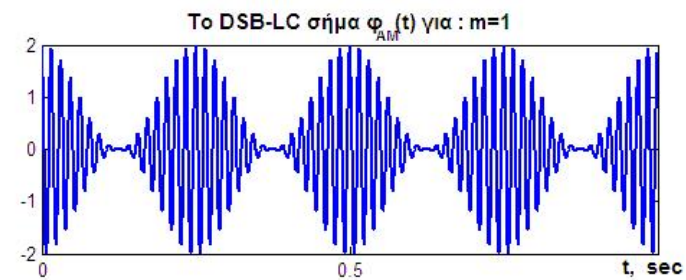
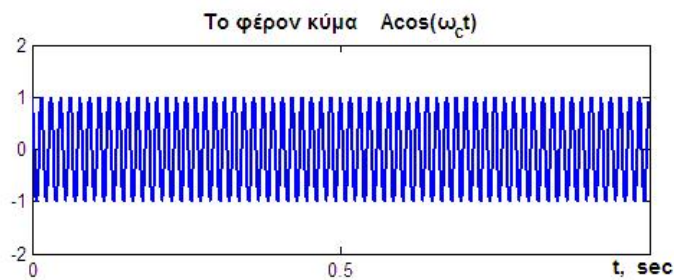
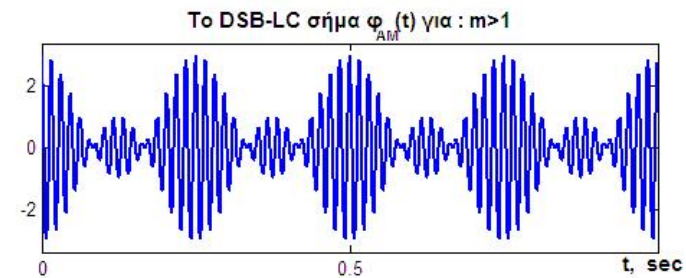
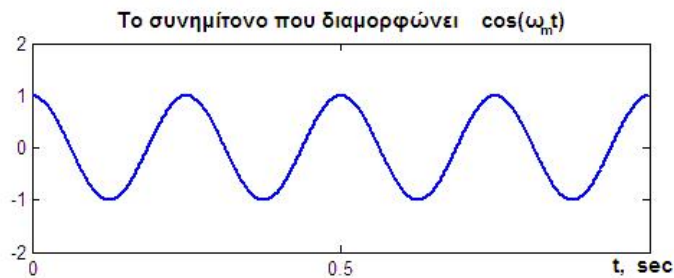
$$m = \frac{\text{peak DSB-SC amplitude}}{\text{peak carrier amplitude}}$$

- Στη περίπτωση αυτή το διαμορφωμένο σήμα γράφεται:

$$\begin{aligned}\phi_{AM}(t) &= A \cos \omega_c t + mA \cos \omega_m t \cos \omega_c t \\ &= A(1 + m \cos \omega_m t) \cos \omega_c t\end{aligned}$$

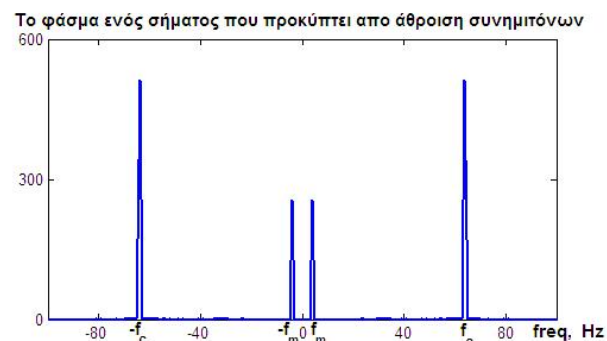
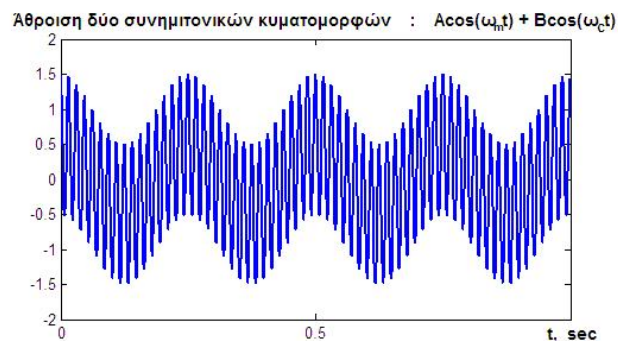
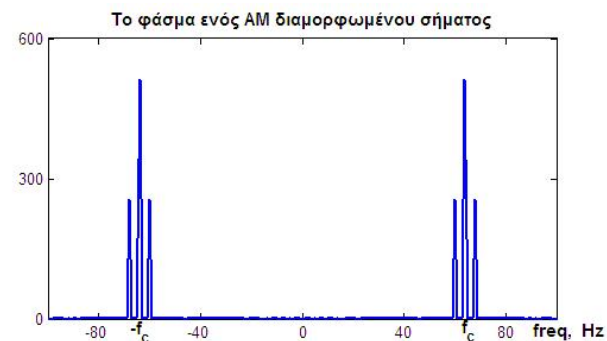
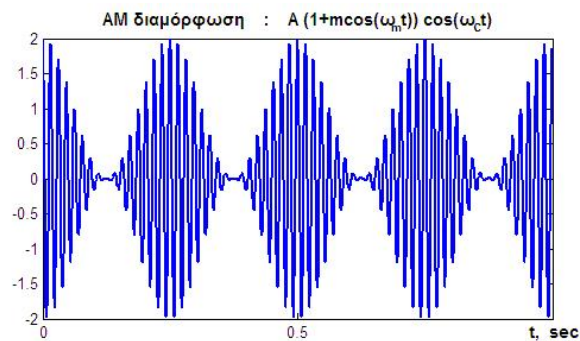
- Ο παράγοντας m ονομάζεται “**δείκτης διαμόρφωσης**” και ελέγχει τα σχετικά πλάτη πλευρικών και φέρουσας.

## Εικόνα 2.2.2: Διαμόρφωση DSB-LC Για Συνημιτονικό Σήμα Διαμόρφωσης Και Διάφορα $m$ ( $A=1$ )



## Εικόνα 2.2.3: Σύγκριση AM Διαμόρφωσης Και Πρόσθεσης Δύο Συνημιτονικών Κυματομορφών

! Χρειάζεται προσοχή ώστε να μην συγχέεται η άθροιση δύο συνημιτονικών κυματομορφών με την διαμόρφωση.







## Ισχύς Φέροντος Και Πλευρικών Στην Διαμόρφωση Πλάτους

- Η φέρουσα δεν περιέχει πληροφορία για το μήνυμα που θα μεταδοθεί. Η ισχύς στο φέρον είναι το τμήμα που πληρώνεται για την εύκολη σχεδίαση του δέκτη. Η AM κυματομορφή γράφεται  $\varphi_{AM}(t) = A\cos(\omega_c t) + f(t)\cos(\omega_c t)$
- Στη περίπτωση φορτίου 1-ohm η συνολική μέση ισχύς δίδεται από την μέση τετραγωνική τιμή

$$\overline{\varphi_{AM}^2(t)} = \overline{A^2 \cos^2 \omega_c t} + \overline{f^2(t) \cos^2 \omega_c t} + 2A \overline{f(t) \cos^2 \omega_c t}$$

(η οριζόντια γραμμή δηλώνει χρονικό μέσο όρο)

- Υποθέτουμε ότι το  $f(t)$  μεταβάλλεται αργά σε σχέση με το  $\cos(\omega_c t)$  και ότι η μέση τιμή του  $f(t)$  είναι 0. Τότε ο τελευταίος όρος της παραπάνω εξίσωσης είναι μηδέν.

$$\overline{\varphi_{AM}^2(t)} = \overline{A^2 \cos^2 \omega_c t} + \overline{f^2(t) \cos^2 \omega_c t} = A^2 / 2 + \overline{f^2(t) / 2}$$

## Ισχύς Φέροντος Και Πλευρικών Στην Διαμόρφωση Πλάτους (συνέχεια)

- Η συνολική ισχύς είναι το άθροισμα ισχύος φέροντος και πλευρικών.

$$P_t = \frac{1}{2} A^2 + \frac{1}{2} \overline{f^2(t)} = P_C + P_S$$

- Το κλάσμα της συνολικής ισχύος που περιέχεται στις πλευρικές δίδεται από

$$\mu = \frac{P_S}{P_t} = \frac{\overline{f^2(t)}}{A^2 + \overline{f^2(t)}}$$

- Στη περίπτωση που το  $f(t)$  είναι ένα απλό συνημιτονικό σήμα

$$\phi_{AM}(t) = A(1 + m \cos \omega_m t) \cos \omega_c t = A \cos \omega_c t + mA \cos \omega_m t \cos \omega_c t$$

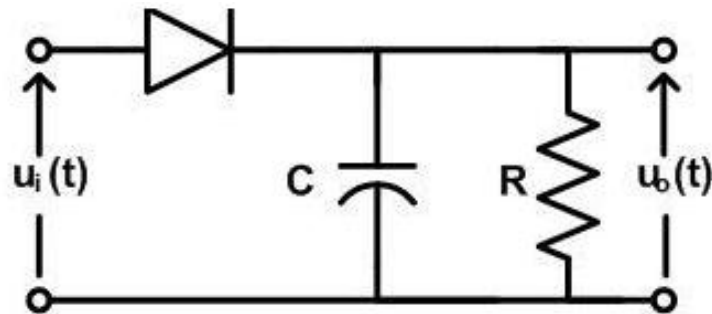
- Έχουμε  $\phi_{AM}(t) = \frac{1}{2} A^2 + \left(\frac{1}{2}\right)\left(\frac{1}{2}\right) m^2 A^2$ , και  $\mu = \frac{m^2}{2 + m^2}$

- Επειδή  $m \leq 1$ , από την παραπάνω εξίσωση παρατηρούμε ότι η καλύτερη απόδοση για ένα AM (DSB-LC) σύστημα είναι 33%. Για δείκτη διαμόρφωσης 0.50 έχουμε απόδοση 11%. (Σε σχέση με το 100% της DSB-SC)

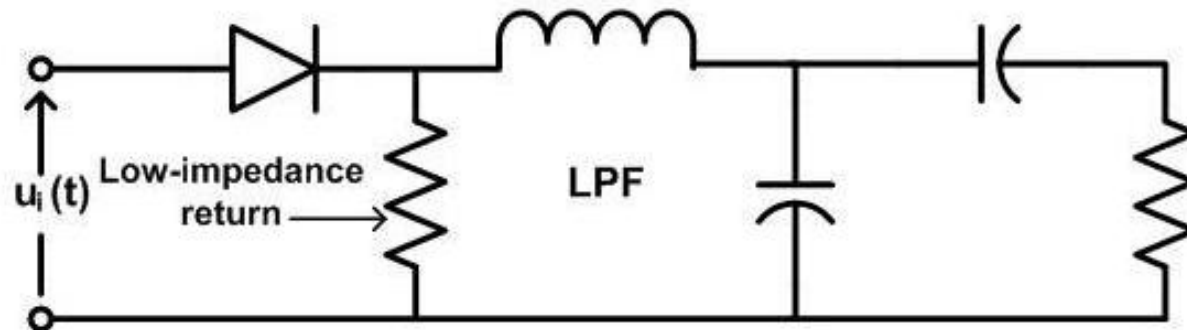
## Αποδιαμόρφωση (Ανίχνευση) DSB-LC Σημάτων, Ανιχνευτής Περιβάλλουσας

- Στα DSB-LC σήματα, το επιθυμητό σήμα  $f(t)$  δίδεται από την περιβάλλουσα του διαμορφωμένου. Η πλέον απλή μορφή ανιχνευτή περιβάλλουσας είναι ένα μη γραμμικό κύκλωμα με γρήγορο χρόνο φόρτισης και αργό χρόνο αποφόρτισης. Η σταθερά χρόνου RC θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε η μέγιστη αρνητική κλίση της περιβάλλουσας να μην ξεπερνά τον εκθετικό χρόνο εκφόρτισης. Ακολουθείται συνήθως από ένα low pass φίλτρο. Επίσης χρησιμοποιείται πυκνωτής σύζευξης για να απομακρύνει το συνεχές από το φέρον. Δεν είναι κατάλληλος για σήματα με συχνοτικό περιεχόμενο κοντά στο dc. Έχει ευρεία χρήση.
- Υπάρχουν και άλλα κυκλώματα με παρόμοια λειτουργία π.χ. ανιχνευτής ανόρθωσης (rectifier detector), όπου η δίοδος λειτουργεί ως διακόπτης κάνοντας ανόρθωση του φέροντος.

**Εικόνα 2.2.4:** Κυκλώματα Για Την Αποδιαμόρφωση DSB-LC Σημάτων Μέσω Της Ανίχνευσης Περιβάλλουσας



Ο απλός ανιχνευτής περιβάλλουσας (envelop detector)



Ο ανιχνευτής ανόρθωσης (rectifier detector)

## Εικόνα 2.2.5: Τα Στάδια Της Αποδιαμόρφωσης Ενός AM DSB-LC Σήματος

